

# 毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

教材要彻底改革。

教材要有地方性，应当增加一些地方乡土教材。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步地爬行。我们必须打破常规，尽量采用先进技术，在一个不太长的历史时期内，把我国建设成为一个现代化的强国。

# 前 言

《构造地质学》是为我院找矿、勘探、地质力学、石油、水文、三系等地质专业所编写的一本试用教材。

在编写过程中，遵循毛主席“教育要革命”、“教材要彻底改革”的教导，在我院各级党组织的领导下，我们对原有教材的优缺点进行了认真的分析，初步总结了几年来我院开门办学中构造地质研究和教学改革的经验，拟定了编写大纲和教材体系。我们对以下几方面作了一些尝试：

一、《构造地质学》作为地质专业的基础课程，主要讲述地壳中的中、小构造形态特征、组合规律、力学机理、观测方法以及理论和实践意义等方面的内容。有关地壳运动方面的内容另有专门课程讲授。

二、破除了原有按岩石类型讲述构造形态的旧的教材体系，新教材采用力学—变形原则，按构造形态类型建立的教材体系，从而避免了原教材内容过多的重复和烦琐的部分，使它更接近于客观实际。

三、加强了构造形态的力学分析和综合分析，力图使学员从构造形态的发生、发展和它们的内在联系去认识各种构造现象，避免孤立的、静止的和表面的观察构造形态。

四、按照毛主席关于“不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界”的教导，在教材中增加了地质构造的预测等项内容。着重用已知构造型式的规律预测未知地区的构造型式，这是文化大革命以来构造研究中的新动向，它为我们构造研究提供了广阔的前景。

五、加强了地质构造研究方法的介绍。赤平投影在构造地质研究中的应用和岩组分析，作为附录介绍给学员自学参考。至于地质图的基本知识和有关读图、制图的基本技术方法，放在《实习指导书》中介绍。本教材还包括有构造照片图册，因时间和人力所限，留在以后增补。

在教材编写过程中，有关院校、科研单位和生产部门对编写教材提出了宝贵意见，评审了编写大纲，并提供了大量的地质构造资料，为建立本教材新体系，以及在教材中反映我国新近构造地质理论和方法等方面给予了很大的帮助，对此，我们表示衷心地感谢。

由于我们政治思想和业务水平低，在教材中所作的某些改革，仅是初步尝试，距党和人民的要求还相差很远，某些提法和内容还不够成熟和完善，加之编写时间仓促，人员少，深入研究不够，因此，有待在教育革命和生产实践中加以改进。诚恳地希望广大读者和工农兵学员对教材中存在的缺点和错误提出批评指教，以便今后作进一步修改，使教材沿着彻底改革的方向不断前进。

成都地质学院普地教研室《构造地质学》编写组

一九七七年二月于成都

# 目 录

<b>第一章 绪 论</b> .....	( 1 )
第一节 构造地质学的研究对象和任务.....	( 1 )
第二节 构造地质学在社会主义革命和建设中的作用和意义.....	( 1 )
第三节 构造地质学研究方法.....	( 3 )
<b>第二章 岩层和岩体的产状</b> .....	( 5 )
第一节 岩层的产状.....	( 5 )
一、 水平岩层.....	( 7 )
二、 倾斜岩层.....	( 9 )
第二节 岩浆岩体的产状.....	( 25 )
一、 侵入岩体的产状.....	( 25 )
二、 喷出岩的产状.....	( 29 )
三、 次火山岩(体)的产状.....	( 30 )
第三节 岩层、岩体的接触关系.....	( 30 )
一、 岩层的接触关系.....	( 31 )
二、 岩体与围岩的接触关系.....	( 36 )
<b>第三章 地质构造分析的力学基础</b> .....	( 39 )
第一节 力与应力.....	( 39 )
一、 力的概念.....	( 39 )
二、 应力的概念.....	( 40 )
三、 应力状态.....	( 42 )
第二节 地应力与构造应力场.....	( 51 )
一、 地应力的概念.....	( 51 )
二、 构造应力场.....	( 51 )
三、 应力集中问题.....	( 54 )
第三节 岩石变形.....	( 56 )
一、 岩石变形的概念.....	( 56 )
二、 岩石变形的内因.....	( 58 )
三、 岩石变形的阶段.....	( 59 )
四、 岩石的破裂形式.....	( 62 )
五、 岩石破裂时的共轭剪切破裂角.....	( 65 )
第四节 岩石变形与应力的关系.....	( 68 )
一、 应力椭球体与应变椭球体.....	( 68 )

二、	旋转应变与非旋转应变	( 70 )
三、	应变椭球体的应用问题	( 71 )
第五节	岩石力学性质及其影响因素	( 74 )
一、	岩石的基本力学性质	( 74 )
二、	影响岩石力学性质的因素	( 75 )
<b>第四章</b>	<b>褶皱构造</b>	( 83 )
第一节	褶曲各部分的名称	( 84 )
第二节	褶皱的形态分类	( 85 )
一、	褶曲的形态分类	( 85 )
二、	褶皱的形态分类	( 90 )
第三节	褶皱形态在空间上的变化	( 95 )
一、	褶曲形态在横剖面上的变化	( 95 )
二、	褶曲形态在平面上的变化	( 99 )
第四节	褶皱形成的力学分析	( 102 )
一、	岩层的力学性质	( 102 )
二、	外力的作用方式	( 105 )
三、	边界条件	( 107 )
第五节	褶皱的形成时期	( 110 )
一、	角度不整合分析法	( 110 )
二、	岩性厚度分析法	( 111 )
三、	构造变形分析法	( 111 )
第六节	褶皱构造与矿床分布	( 115 )
<b>第五章</b>	<b>裂隙构造</b>	( 119 )
第一节	裂隙的一般概念	( 119 )
第二节	裂隙的定性、分期、配套	( 121 )
一、	裂隙的定性	( 121 )
二、	裂隙的分期	( 129 )
三、	裂隙的配套	( 130 )
第三节	裂隙的分布与发育程度	( 134 )
一、	裂隙的分布	( 134 )
二、	裂隙的发育程度	( 138 )
第四节	裂隙的观测整理	( 140 )
一、	裂隙的野外观测	( 140 )
二、	裂隙资料的整理及制图	( 142 )
三、	区分非构造裂隙	( 144 )
第五节	研究裂隙的意义	( 148 )
一、	直接指导找矿勘探	( 148 )
二、	研究构造应力场	( 150 )
三、	在其它方面的应用	( 153 )

## 附 录

赤平极射投影网在裂隙研究中的应用	(154)
<b>第六章 断层构造</b>	(160)
第一节 断层要素和断距	(160)
一、断层要素	(160)
二、断距	(161)
第二节 断层的形态类型及力学成因	(162)
一、断层的形态类型	(163)
二、断层的力学成因	(165)
三、断层与褶曲的某些共生组合关系	(175)
第三节 断层的观测和研究	(178)
一、发现和确定断层的标志和方法	(179)
二、确定断层的位移类型	(190)
三、确定断层的规模	(192)
四、确定断层的形成和活动时期	(194)
第四节 研究断层的意义	(198)
一、断层与矿产的关系	(198)
二、断层在水文地质、工程地质上的意义	(205)
<b>第七章 劈理、片理和线理</b>	(206)
第一节 劈理	(206)
一、劈理的基本类型和主要特征	(206)
二、劈理与其它构造的关系	(211)
三、劈理的研究和应用	(217)
第二节 片理	(223)
一、片理的基本特征和类型	(223)
二、片理与褶曲和断层的关系	(224)
三、片理成因问题的讨论	(224)
四、片理的研究	(227)
第三节 线理	(230)
一、原生线理——流线	(231)
二、次生线理	(232)
三、矿物生长线理	(239)
<b>第八章 构造地质学的基本研究方法</b>	(242)
第一节 地质制图在构造地质研究中的应用	(242)
一、地质制图的概念和类型	(242)
二、地质制图过程中的构造研究	(243)
第二节 航空地质方法在构造地质研究中的应用	(250)
一、航空地质类型	(250)
二、航空象片的地质构造解释	(251)

三、	应用航空方法研究地下构造问题·····	( 257 )
第三节	物探、钻探方法在研究地下构造中的应用·····	( 258 )
一、	构造地质研究中常用的几种物探、钻探方法·····	( 258 )
二、	物探、钻探在研究地下构造中的作用·····	( 258 )
第四节	显微构造分析研究·····	( 265 )
一、	显微构造分析的野外地质研究·····	( 265 )
二、	显微构造定性分析·····	( 266 )
<b>附    录</b>		
	显微构造定量分析——岩组分析·····	( 268 )
第五节	构造地质实验研究·····	( 274 )
一、	泥料模拟法·····	( 275 )
二、	光弹模拟法·····	( 278 )
三、	变形网格法·····	( 281 )
<b>第九章</b>	<b>构造综合分析</b> ·····	( 282 )
第一节	构造综合分析的原则和方法·····	( 282 )
一、	构造综合分析的基本原则·····	( 282 )
二、	一次构造运动不同变形阶段的构造型式·····	( 283 )
三、	多次构造运动形成的构造迭加和改造问题·····	( 287 )
四、	地壳发展早期构造型式问题·····	( 289 )
五、	构造综合分析方法·····	( 297 )
六、	构造型式的预测问题·····	( 299 )
第二节	构造综合分析实例·····	( 301 )
一、	井陘煤矿二矿西区构造型式和构造预测·····	( 301 )
二、	峨眉山区构造分析·····	( 309 )
三、	安徽铜陵——繁昌 S 型构造·····	( 312 )

# 第一章 緒 論

## 第一节 构造地质学的研究对象和任务

构造地质学的研究对象是地壳的地质构造。所谓地质构造，就是主要由构造运动所引起的岩层和岩体的变形，如岩层和岩体的产出状态，以及岩层和岩体中存在的褶皱、裂隙、断层、劈理、片理、线理等构造形态。

对地壳中各种构造如褶皱、断裂等作形态学的研究，建立各种地质构造形态的基本概念和系统分类；运用力学原理，分析研究各种构造形态的形成方式、形成条件和组合规律；遵循地质历史分析的法则，研究各种构造形态的形成时代、它们的形成顺序和发展变化规律，从而了解它们的内在联系；研究各种构造形态的阐明方法和表示方法；分析构造与矿产、水文、工程、石油、地震、地热等的关系，为寻找矿产和为其它国民经济建设部门提供可靠的地质构造依据。所有这些，就是构造地质学的研究任务。由于研究的任务不同，就有“矿田构造学”、“构造物理学”和“实验构造地质学”之分。

本教材仅讨论地壳中的局部构造问题，即分析地壳中的中小构造形态特征、形成方式、组合规律、表示方法和它们的实际意义。而对于区域构造和全球构造以及它们反映的区域构造应力场和地壳运动问题另有“地质力学”和“大地构造学”专门研究，因此，在一定意义上说构造地质学是地质力学和大地构造学的基础学科之一。为了更好地认识构造的内在规律，必须采用力学的原理和方法，因此，在教材中加强了这方面的内容。关于构造形态的阐明方法和表示方法的内容，我们放在实习指导书中介绍。

## 第二节 构造地质学在社会主义革命和建设中的作用和意义

伟大领袖毛主席教导我们：“马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律的认识去能动地改造世界。”人们研究地壳的地质构造，不仅仅是为了认识它的规律，因而能够解释复杂的地质构造现象，更重要的是运用这些规律去能动的利用和改造自然，为社会主义国民经济有关部门服务。

我国的社会主义革命和社会主义建设正处在一个重要的历史发展时期。党中央、毛主席向全党、全军、全国人民庄严地提出了伟大的战斗任务：即第一步，在一九八〇年以前，建成一个独立的比较完整的工业体系和国民经济体系；第二步，要在本世纪内，全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，使我国国民经济走在世界的前列。目前，全国人民在以华国锋主席为首的党中央领导下，以阶级斗争为纲，正在意气风发、

斗志昂扬地进行伟大的社会主义革命和建设，为争取提前实现宏伟目标而努力奋斗。为此，对地质工作者提出了更加艰巨而光荣的任务，这就要求及时满足工业、农业、国防所需要的日益增长的大量矿产资源，以及为国家各部门提供更多的地质资料。在这方面地质构造的调查研究有着十分重要的作用。

普查、勘探、开发和利用矿产资源，就离不开对地质构造的研究。地质调查和生产实践证明，地壳中的矿产分布和富集是受一定地质构造控制的。矿产的形成，一方面要有一定的成矿物质来源；另一方面也要有成矿物质运移的通道和沉淀、聚集、赋存的场所和空间。这些都与一定的地质构造条件有关。如石油和天然气常分布在封闭的穹窿和背斜构造中，以及某些断裂带附近，要寻找石油和天然气，首先要找储油构造。某些内生金属和非金属矿产的形成与岩浆活动和断裂构造有关。同时，许多已经形成的矿产又常受到后来构造运动所形成的构造的改造和破坏。因此，在找矿勘探或开采时，必须首先分析研究与矿产有关的构造，研究构造的形成对矿产的有利或不利因素，为多快好省地寻找、开发和利用矿产资源指出方向。否则，构造搞不清，就会给生产工作带来困难，使国家建设受到损失。

在进行矿产预测和寻找时，也离不开对地质构造的研究。地壳上不同的构造区或同一构造区的不同发展阶段，可以形成不同类型的矿产。因为地壳中的矿产生成与地质构造的发生和发展有密切关系。所以，只有对地质构造的发生和发展了解之后，才有可能对各地区的矿产进行科学的预测和寻找，这是已为无数矿床的发现所证实了的客观真理。

地球能量资源的重要来源之一——地热的开发和利用离不开对地质构造的研究。地下水的类型和活动常受地质构造的控制。国民经济各部门某些工程建筑常因地质构造未彻底查清而不能施工，即使施了工也因地基不稳而使工程的进行和工程的效益受到损失。因此，正确而全面地研究地质构造条件是地热、水文地质和工程地质调查时一项极为重要的任务，也是进行工程设计和施工的重要依据之一。

现代构造运动表现形式之一——地震，全世界每年大约发生五百多万次，但是，有感地震仅占百分之一，能造成严重破坏的更是极少数。破坏性地震常给震区国家和人民生命财产带来一定的损失。我国是多地震的国家，因此，探测和预报地震成为地震工作者和地质工作者的重要任务。地震是现代构造运动表现的结果，它总是发生在现代构造运动最强烈的地方，如复杂的断裂带，不同性质的构造相交接的地带，所以，地震的发生，多数与地质构造密切相关，要探测和预报地震，其首要的步骤就是研究地震区的地质构造和构造应力场。

地震会给人类带来一定的害处，随着生产和科学技术的发展，人们将来不仅可以预报地震，而且还要化害为利，控制和利用地震的巨大能量，为人类开辟新的能源。为实现这个宏伟的设想，首先必须研究地震区的地质构造和地应力异常区。

构造地质学在地质科学领域中占有重要的地位。它所提供的知识是正确阐明各地区地壳发展历史的基础，只有根据各种构造形态及其形成方式的详细研究，才能阐明地壳构造运动的发展规律及其演变历史，进而发展地质科学理论。

### 第三节 构造地质学研究方法

“人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。”构造地质学和其它地质科学一样遵循着这个认识法则而得到发展的。构造地质学为获得对地壳地质构造的正确认识，必须建立一套自己的工作方法。

“实践的观点是辩证唯物论的认识之第一的和基本的观点。”研究的第一步，就是要在生产实践中观察各种构造现象，收集大量具体的原始资料。通过航片解释和地质制图方法，用各种地质图件和文字将所观察到的构造形态特征如实表现出来，并收集必要的构造标本、素描、照片、统计数据等；收集通过物探、钻探和矿井等所获得的地下构造资料；观察构造形态特征和它们之间的组合关系。应用已有的理论和知识，对所有资料进行归纳和比较，得出这些构造的形态特征和分类，并对这些构造现象作初步的解释。这是对地质构造形态特征的研究，是构造研究的第一步，也是极其重要的一步。

第二步，对构造的研究不能停留在现象的罗列和资料的积累上，而是要对这些丰富的感性认识，用实事求是的态度进行去粗取精、去伪存真的科学分析研究，以及由此及彼，由表及里地找出它们之间的内在联系，从而上升为理性的认识。

由于构造形迹大都深埋地下，无法观察其全貌，地质构造的演变过程人们不能直接观察。这些客观条件增加了构造研究的困难，用分析推理的方法处理所获的资料和数据，就特别重要。因此，必须用联系的、发展变化的观点，去探讨各种构造的成因联系和组合关系，揭露其本质和彼此间的内在联系。

“将今论古”是常用的推理方法，现今观察到的构造是长期构造作用的遗迹，看不见作用的方式和过程，所以，往往是研究现代正在进行的构造作用过程和结果，来辩证地推论过去的构造作用方式和过程。

第三步，模拟试验。从实际观察得到的理性认识，通过模拟试验加以验证，即用人为的方法和适当的材料，按比例模拟某些构造形态在地壳中的产生过程、演变规律，以及它们的组合关系。常用的模拟试验有：泥巴模拟试验，将漫长而规模巨大的地壳变形，按比例缩小规模，缩短时间，在室内进行试验观察，使模拟的地质过程在短时间里重现；光弹模拟实验，研究某种材料在某种外力作用下应力分布状态，指出应力集中的地带，可能破坏的地区；高温高压试验，仿照地壳深部高温高压环境下，观察地壳物质的物理化学状态和变化过程；此外还有数字模拟等。

通过这些模拟试验，验证在初步分析研究的基础上对其形成环境和过程提出的某种设想，是否合乎实际，如果不合，就把设想加以修改，甚至重新拟定。模拟试验是地质研究工作中的重要的和基本的实验方法。

第四步，从分析推理和模拟试验所得的结论或认识，还要回到生产实践中来验证。所得到的认识才是可靠的，正确的。

假说在科学研究中占有重要地位，是分析研究过程中不可缺少的环节。构造地质学常以假说的形式来发展的。假说并不是臆造瞎说的，它是根据以有限数量的观察数据或事实为基础来推断我们还不曾弄清楚的东西。因为构造地质学所研究的地质构造形成和变化过程是人类没有经历过的，假说就更加重要了。假说还必须经历实践来检验，取消

一些，修正一些，才能逐渐成为理论和定律。正如恩格斯所说：“如果要等待构成定律的材料纯粹化起来，那末这就是在此以前要把运用思维的研究停下来，而定律也就永远不会出现”（《自然辩证法》第218页）。可见假说的重要，它推动着科学向前发展。

最后，根据假说所提出的构造组合规律预测和推论未知地区的构造型式，检验所得到的认识，发展所得到的认识，在地质生产中和科学研究中掌握主动权。

总之，构造地质学是以辩证唯物主义为指导思想，以力学原理来研究地壳上的地质构造和地壳运动的。因此，我们学习这门学科，就必须刻苦学习毛主席的哲学著作，树立辩证唯物主义思想方法，培养严格的工作作风，严肃的工作态度。坚持实践第一的观点，理论联系实际的风。把构造地质学的基本理论和野外调查研究密切结合起来，把野外调查的实际资料与室内的科学实验结合起来，只有这样才能得出科学的论断。

## 第二章 岩层和岩体的产状

组成地壳的各类岩石——岩浆岩、沉积岩和变质岩，作为一种地质体，总是以岩层或岩体的形态而存在。各种岩层和岩体，由于其形成的地质作用、环境条件和所受的构造运动的影响不同，它们在地壳中的分布和产出状态，也就各有其特点。岩层和岩体是构成地壳地质构造的物质基础；而岩层和岩体的产状是研究地壳地质构造的形态基础，也是构造地质学研究的基本内容之一。因此，我们研究地质构造，首先需要认识和研究岩层和岩体的产状及其出露形态，以及岩层、岩体与围岩的接触关系。

### 第一节 岩层的产状

所谓产状是指地质体（岩层、岩体、矿体等）在地壳中的空间位置和产出状态。

岩层——成层岩石包括沉积岩、喷出岩和由它们经区域变质作用而成的变质岩。它们是一定地质时期和一定地质作用的产物。它们大都具有层理或层状构造，因此也就比较清楚地反映了它们原始沉积（堆积）状况和后来构造变形的特征。同时，根据它们的积迭关系进行岩层的分层和确定其形成顺序。从地壳发展历史的意义来说，岩层也就是地层。

在比较广阔而平坦的沉积盆地（如海洋、湖泊）中的沉积物，其原始产状一般是水平的或近于水平的。但是，岩层的原始产状并不都是水平的。沉积岩的原始产状与沉积地区的古地形有关，同时也受沉积时地壳差异升降运动和沉积介质运动特征的影响。例如，沉积在沉积盆地（海洋、湖泊）边缘、岛屿周围或者在水底隆起等处的沉积岩层，由于原始地形的影响，往往出现厚度向一定方向减小或尖灭现象，也形成局部倾斜产状，即原始倾斜（图2—1）。生物礁和埋盖它们的岩层及其周围的岩层的产状也常呈不同的原始倾斜（图2—2）。至于陆相沉积，如残积、坡积、冰川沉积及风成沉积等，大都具有一定的原始倾斜。

对喷出岩来说，它们的原始产状除受原始地形的影响外，还与喷发类型和喷发物的性质有很大关系。如喷发物为火山碎屑物或火山碎屑与熔岩相间喷发，则在火山口周围形成各式各样的火山锥，这时火山岩层也都具原始倾斜（图2—3 A·B·C）。火

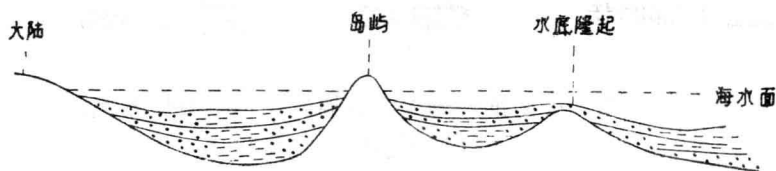


图 2—1 沉积岩层原始倾斜产状形成示意剖面图

山碎屑喷出后，通过介质（水或空气）的搬运，散布到距喷发口较远的地方才堆积（沉积），那么，它们象沉积岩一样受原始地形的影响，其原始产状可以是水平的，也有可能呈原始倾斜。喷出物如为熔岩时，其原始产状除受原始地形影响外，与熔岩的粘度关系很大。如粘度小，流动性强的基性熔岩（如玄武岩），常大面积覆盖地表，形成所谓“熔岩被”（或称“熔岩盖”），其原始产状可呈水平产出。例如分布在川南、黔西、滇东广大地区的二迭纪峨眉山玄武岩，为海底和大陆多次喷发，最厚达2000米左右，它与上下的海相地层大都呈平行不整合接触，可见其原始产状在面积内基本上是水平的。至于粘度较大的熔岩（如酸性熔岩），常形成

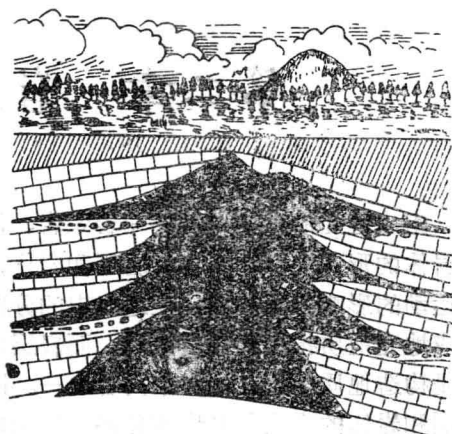


图 2—2 生物礁及其围岩的原始倾斜产状（据 B.A.阿普洛道夫）

“熔岩丘”（图 2—3 D）或“熔岩块锥”，层状构造一般不明显（粗火山碎屑岩，如集块岩也常不具层状构造）。当熔岩沿山谷流动形成“熔岩流”时，也常具原始倾斜。

原始倾斜岩层在各地质时代的岩层中应该都有，但总是零星分布的局部现象，而且在地质历史发展过程中，一些大陆上的、沉积盆地边缘和水下隆起周围的沉积物，常受各种地质作用的破坏，或者受到地壳运动的影响而改变了其原始产状，故在较老的地层中很少有保存。在较新的地层中如第三系、第四系的岩层中还可能保存有原始倾斜岩层。

研究岩层的原始倾斜产状，对于分析和了解古地理和古构造是有意义的。对寻找近海地带的沉积矿产，如铁、锰、磷、煤和铝土矿等以及第四系砂矿有直接关系。因此，

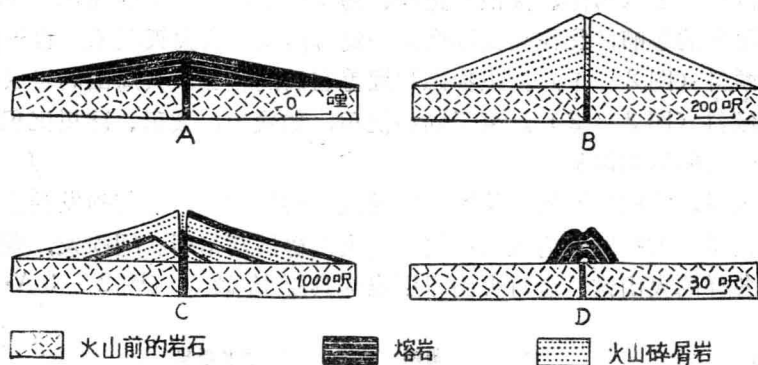


图 2—3 火山锥——火山碎屑岩及熔岩具原始倾斜  
（据 M.P. 毕令斯）

A—熔岩锥；B—火山碎屑锥；C—混合锥；  
D—熔岩丘

在地质调查及矿产普查中，结合岩相——古地理的研究，应予以重视。

岩层形成以后，由于受地壳运动的影响，其原始产状发生了不同程度的改变：有的还保持了原来近于水平的产状，形成水平岩层；有些则发生倾斜，形成倾斜岩层；有些发生弯曲，甚至倒转，或者发生破裂错断，形成了各种各样的地质构造。

使岩层的原始产状和形态发生改变的原因，主要是内力地质作用（特别是地壳运动）的影响。在某些情况下，外力地质作用（如重力、流水、冰川、岩溶及风化作用等）也能引起岩层产状的改变。但是，地壳的地质构造形迹主要是地壳构造运动所形成的。而各种外力地质作用，只是造成一些规模小、分布零星、局限于地表某些地方的“外成构造”，它对于矿产的形成和分布无关，而对工程地质的研究有直接意义。当然，在野外观察研究地质构造时，也要注意这些“外成构造”，要识别它们，以免以假乱真，“鱼目混珠”，造成错误。

岩层在地壳中的产出状态是各种各样的，但是基本产状有两种：水平的和倾斜的，即水平岩层和倾斜岩层。

### 一、水平岩层

岩层形成以后，在漫长的地质发展历史中，虽然经过一次或多次地壳构造运动，仍保持原来的水平状态，即岩层的同一层面（顶面或底面）上的各点具有基本上相同的海拔高程，这就是水平岩层。

所谓水平岩层，其产状也是相对近于水平，绝对水平的是少有的（一般把倾角小于 $5^\circ$ 的岩层都视为水平岩层）。这种近水平的岩层常出现在受地壳构造运动影响较轻微的地区，如四川盆地中部地区的上侏罗统和白垩系的岩层，在一些地方基本上是水平岩层（图2—4）。在古老地层，甚至前震旦纪变质岩系，虽然其构造形式复杂多样，但在一些大型的片麻岩穹窿构造顶部，也出现水平岩层（图2—5）。

在岩层没有发生倒转的前提下，水平岩层具有下列特征：

第一、一套水平岩层中，地质时代较新的岩层总是迭置在较老岩层之上。如地形平

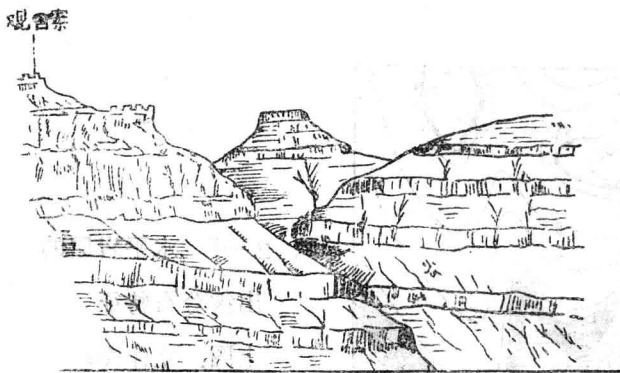


图 2—4 四川嘉陵江畔正源场观音寨上侏罗统水平岩层素描图

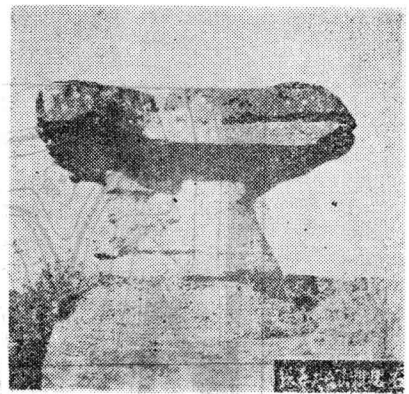


图 2—5 河南新县天台山穹窿核部由变粒岩、片麻岩（大别群）构成的水平岩层

缓，地面切割轻微时，则地面只出露最上部的一个岩层(图2—6)；地形切割强烈时，山岭沟谷显著，在河谷或冲沟底部出露较老的岩层，新岩层则分布在山顶或分水岭上。即岩层愈老出露位置愈低，愈新出露位置愈高(图2—7)。

第二、水平岩层的地质界线(即岩层的分界面在地面的出露线)，在地质图上与地形等高线平行或者重合，随等高线的弯曲而弯曲(图2—7)。因为二者都是一定高程的水平面与地面的交线。

第三、水平岩层的分布和出露形态，完全受地形的控制(图2—7)。不同层位的水平岩层总是各自出露和分布在一定高程的地带。在剥蚀切割强烈，地形复杂的地区，分布在山顶和山梁的新岩层，常形成不同形状的孤岛状露头。围绕着呈孤

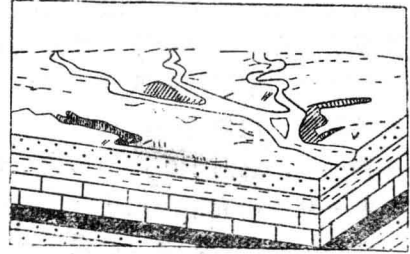


图 2—6 地面切割轻微时，地面只出露最新岩层

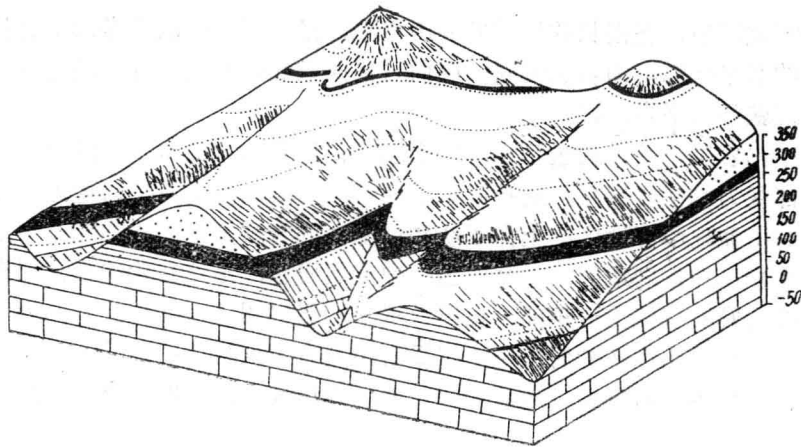


图 2—7 水平岩层的出露分布特征  
上图：立体图；  
下图：平面图  
(地形地质图)

岛状的新岩层而出露在山坡上的是较老岩层。更老的岩层则沿着河谷、大沟两侧或沟谷底分布，并顺着沟谷伸展，形成转折尖端指向沟谷上游的狭窄的锯齿状条带。在地形较平坦的地方，同一岩层可以分布很大面积。

水平岩层的厚度也就是这个岩层顶面到底面的垂直距离，即顶、底面的高程差。在地形地质图上，可根据岩层顶、底界线出露的高程，求得其间高程差，就是这个岩层的厚度。

在地面和地质图上可以看到，不同的水平岩层出露宽度不同，或者同一水平岩层的出露宽度也有变化。在地质图上岩层出露的宽度是岩层的顶面和底面在地面的出露线之间的水平投影宽度，叫做岩层的“露头宽度”。

水平岩层的露头宽度决定于两个因素：一个是岩层本身的厚度；一个是地面坡度（图 2—8）。在地面坡度相同情况下，厚度大的岩层，其露头宽度也大，厚度小的，露头宽度也小。在厚度相等时，在坡度平缓处，露头宽度大，坡度陡的地方，露头宽度小，在陡崖处，岩层的顶面和底面界线的投影重合成一线，即露头宽度等于零，在地质图上造成岩层尖灭的假象。在侵蚀强烈、地形复杂地区的地质图上，岩层露头宽度时宽时窄，随地形陡缓而变化。在野外填绘地质图或阅读地质图时，要注意分析地形对水平岩层的出露分布和露头宽度的影响。

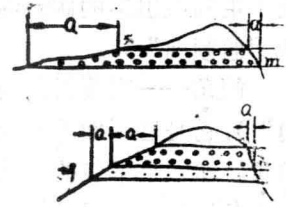


图 2—8 水平岩层露头宽度的变化  
a—露头宽度；  
h—岩层厚度

## 二、倾斜岩层

由于地壳构造运动或岩浆侵入的影响，使原始水平产状的岩层发生变动，形成在一定地区内岩层大致向一个方向倾斜，其倾斜角介于水平岩层与直立岩层之间，这叫倾斜岩层。

倾斜岩层是成层岩层最常见的一种产状，它往往是某种构造形迹的一个组成部分，如为褶曲的一翼，断层的一盘（图 2—9）。所以测定和研究倾斜岩层的产状及其出露分布的特征是填绘地质图和研究地质构造的一项基础工作。

### （一）岩层的产状要素和测定

#### 1. 岩层产状要素的概念

产状要素包括岩层的走向、倾向和倾角（图 2—10）。测定出这三个要素的数值，



图 2—9 倾斜岩层可以是：  
褶曲的一翼（1），断层的一盘（2）

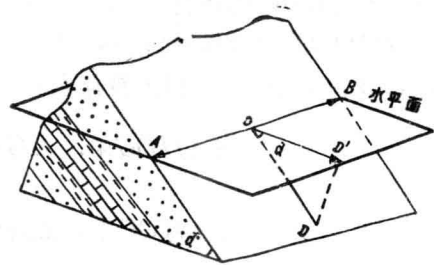


图 2—10 岩层的产状要素  
AOB—走向线；OD—倾斜线；  
OD'—倾斜线的水平投影，箭头  
指向倾向； $\alpha$ —倾角

就可以以定量的方式来表示一个岩层（也可以确定岩体、矿体的界面或与围岩的接触面以及各种构造形迹的构造面）在一定地点的空间位置和产出状态。

**走向**——岩层的层面与水平面相交的直线，称为**走向线**。也就是岩层面上任何一条水平线或岩层面上等高两点的连线。走向线的方位角叫做岩层的**走向**。一条水平直线有两个方位角数值，故在一个测点上岩层的走向也是两个数值，如  $NE30^\circ$  或  $SW 210^\circ$ ，相差是  $180^\circ$ 。岩层走向指出岩层在空间的水平延伸方向。

**倾向**——垂直于走向线沿层面倾斜向下引出的一条直线为岩层的**倾斜线**（又叫“真倾斜线”），它在水平面上的投影线的方位角就是岩层的**倾向**（又叫“真倾向”）。斜交于走向线引出的倾斜线为**视倾斜线**，它的水平面上的投影线的方位角，叫做**视倾向**（也叫“假倾向”）。

**倾角**——真倾斜线与其在水平面上的投影线的夹角，就是岩层的**倾角**（又叫“真倾角”），它是岩层面的最大倾角。视倾斜线与其在水平面上的投影线的夹角叫做**视（假）倾角**。在一个平整的岩层面上可以引出许多条斜交于走向线的视倾斜线，故相应地也就有许多视倾角，但任何方向的视倾角都比该点上的真倾角小。

如上所述，倾向与走向垂直，二者的方位角相差  $90^\circ$ ；因此，在野外工作中，仅测定岩层的真倾向和真倾角（统称为岩层的“真倾斜”）。但有时由于地形或岩层出露情况条件的限制，或者在测制剖面 and 作探槽、坑道素描时，剖面线或探槽、坑道壁不一定与岩层（矿层）走向直交，这时剖面图上或素描图上就要按测绘方向的视倾角测绘出岩层的产状。因此，有必要了解真倾斜与视倾斜的关系。

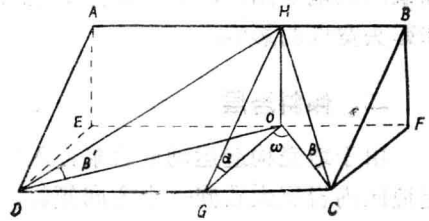


图 2—11 真倾斜与视倾斜的关系

岩层的真倾角与视倾角有一定的三角关系。同一岩层面上的真倾角与视倾角的关系，可从图 2—11 来说明。图上  $ABCD$  代表岩层面， $CDEF$  代表水平面； $HG$  是垂直岩层走向线（ $AB$  或  $CD$ ）的倾斜线， $OG$  是它在水平面上的投影。故  $\angle \alpha$  ( $\angle HGO$ ) 即为真倾角。 $HC$  和  $HD$  均为斜交岩层走向线的视倾斜线， $OC$  和  $OD$  分别为它们在水平面上的投影， $\angle \beta$  和  $\angle \beta'$  为各自的视倾角。 $\angle \omega$  为真倾向 ( $OG$ ) 和视倾向 ( $OC$ ) 之间的夹角。

$$\text{在 } \triangle HOG \text{ 中, } \angle HOG = 90^\circ, \therefore \tan \alpha = \frac{HO}{OG}$$

$$\text{在 } \triangle HOC \text{ 中, } \angle HOC = 90^\circ, \therefore \tan \beta = \frac{HO}{OC}$$

$$\text{在 } \triangle OGC \text{ 中, } \angle OGC = 90^\circ, \therefore \cos \omega = \frac{OG}{OC}$$

$$\text{于是 } \tan \alpha \cdot \cos \omega = \frac{HO}{OG} \cdot \frac{OG}{OC} = \frac{HO}{OC} = \tan \beta$$

$$\therefore \tan \beta = \tan \alpha \cdot \cos \omega$$

从上面的公式可以看出，真倾斜与视倾斜之间的关系是有规律可循，如  $\angle \omega = 0^\circ$

时,  $\cos \omega = 1$ , 则  $\tan \alpha = \tan \beta$ , 即  $\angle \alpha = \angle \beta$ ; 如  $\angle \omega = 90^\circ$  时,  $\cos \omega = 0$ , 则  $\tan \beta = 0^\circ$ 。即视倾向越接近真倾向 (或者说视倾向越近于与走向垂直) 时, 视倾角值越大; 反之, 二者偏离越大 (或者说视倾向与走向夹角越小) 时, 视倾角越小, 当所切剖面与岩层走向一致, 即视倾向平行于岩层走向时, 视倾角为零。(有关真倾角与视倾角的换算可参看野外记录本附表)。

## 2. 产状要素的测定

产状要素的测定有直接法和间接法。在野外工作时, 都是用地质罗盘直接测定出岩层产状要素。测量时, 首先要确切找到岩层面 (或其它地质体界面), 选定能代表岩层真实产状的位置进行测量。测量岩层走向时, 应把罗盘持成水平, 使罗盘长边水平地贴近层面, 俟磁针稳定后, 读指北针所指刻度盘上的方位度数, 就得出岩层的走向。测量岩层倾向, 也是将罗盘持成水平, 以罗盘内刻度盘上  $0^\circ$  向着倾斜方向, 把罗盘短边水平地贴近层面, 读指北针所指的方位度数, 即所要测的倾向数值。测量倾角是用地质罗盘上的测斜仪 (悬锤), 将罗盘侧竖使罗盘长边与走向线呈直交 (即与倾斜线平行) 地贴在岩层面上, 读测斜仪 (悬锤) 所指罗盘底盘上的度数, 即可为倾角度数。

由于倾向是与走向相垂直的关系, 通常只测定岩层的倾向和倾角也就确定了岩层的产状 (在观察分析地质构造时, 也常需要测定走向)。在野外测定的岩层产状要素, 要按一定的格式记录和标记在野外记录本和图上, 在记录本上或剖面图 (素描图) 上常注写如  $NE45^\circ \angle 30^\circ$  (其中  $NE45^\circ$  为倾向方位角,  $\angle 30^\circ$  为倾角); 在平面图 (地质图) 上, 则用  $\searrow 30^\circ$  符号表示 (长线表示走向方位, 短线箭头指倾向方位; 数字是倾角度数), 要按其方位数值准确地标记在图上测定的位置上。这样, 随着野外工作的进展, 在图上也标记出这个地区岩层产状变化的情况, 为我们了解岩层的分布和分析构造形迹提供了基本资料。

岩层的产状要素通常是在野外直接测量, 但在某些情况下 (如遇产状平缓而要求精确的测定, 或据钻孔资料间接求产状, 或审阅分析地质图, 特别是大比例尺地质图等), 也可以用间接方法, 通过作图和计算来推求岩层产状要素。通常用的间接方法有: 三点法、从大比例尺的地形地质图上求岩层产状要素等。具体方法见实习教材。

### (二) 岩层的层理及产状正常和倒转的确定

测定岩层的产状和确定岩层产状是正常或倒转, 从而建立地层层序是地质调查的基础工作, 也是观察研究地质构造的前提。要正确地测定岩层产状, 首先必须识别层理, 找到层理。在沉积岩和一些火山岩中, 层理一般还是比较清楚。但是, 在有些情况下, 如在一些巨厚层岩石, 或者遇到因裂隙发育使之与层理混淆, 特别是在变质岩系中, 片理或劈理发育而使层理荫蔽, 这就使我们判别层理和产状正常或倒转发生困难。但是, 只要我们仔细观察分析, 善于发现和使用岩层中层理和层面特征等原生构造标志 (在变质岩中, 特别是浅变质岩中也常残留有这些原生构造)。岩层的层理和产状正常或倒转, 一般情况下都是可以确定的。

#### 1. 层理的识别

层理是岩石性质沿垂直方向的变化而形成的层状构造, 它是通过岩石的成分、结构、颜色等的变化而显现出来的。因此, 可以根据以下几方面来识别层理:

(1) 岩石成分、结构上的变化。如岩石组分上或矿物颗粒粗细的变化, 出现相间